

Н. А. Козырев, А. А. Уманский
Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк,
Д. В. Бойков
ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК»,
г. Новокузнецк,
e-mail: umanskii@bk.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ НА ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ РЕЛЬСОВОГО ПРОКАТА ОКСИДНЫМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ

Исследованиями, проведенными в условиях ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК», установлено, что увеличение длительности продувки рельсовой стали инертным газом при обработке на агрегате «ковш-печь» до 100 мин. и более способствует снижению количества хрупкоразрушенных оксидных включений в рельсах и повышению прочностных характеристик рельсового металла.

Ключевые слова: рельсы, неметаллические включения, продувка инертным газом, регрессионный анализ.

Studies conducted in conditions of "EVRAZ ZSMK" found that increasing the duration of the purge of rail steel with an inert gas in the processing unit to "ladle-furnace" to 100 min. and more reduces the number hрупкоразрушенных oxide inclusions in the rails and improve the strength characteristics of the metal rail.

Keywords: rails, nonmetallic inclusions, inert gas purging, a regression analysis.

Результаты проведенных в последние годы исследований [1–3] свидетельствуют, что наиболее негативное влияние на стойкость рельсов оказывает загрязненность стали хрупкоразрушенными оксидными включениями, в частности алюминатами кальция (рис. 1). Наличие скопления таких включений приводит к образованию контактно-усталостных дефектов в процессе эксплуатации рельсов.



Рис. 1. Алюминаты кальция в рельсовой электростали

В связи с резко негативным влиянием указанных неметаллических включений на стойкость рельсов действующей нормативной документацией, распространяющейся на производство рельсового проката различных категорий, предусмотрена жесткая регламентация не только общего содержания кислорода в стали (не более 20 ppm), но и кислорода, связанного в хрупкоразрушенные оксидные включения (не более 10 ppm).

Статистическими исследованиями, проведенными на ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК», установлено, что для гарантированного выполнения вышеуказанного требования стандартов по концентрации кислорода, связанного в хрупкоразрушенные оксидные включения (не более 10 ppm) необходимо достичь общей концентрации кислорода на уровне не более 12–13 ppm. При этом действующая в настоящее время технология обеспечивает среднее содержание общего кислорода на уровне 14 ppm и до 20 % плавов имеют данный показатель выше указанного уровня.

С целью определения характера и степени влияния технологических параметров производства и обработки стали на содержание общего кислорода в рельсовом прокате в условиях электросталеплавильного цеха ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» методом парного регрессионного анализа выполнено исследование, объектом которого явилась случайная выборка из 190 плавов рельсовой стали марки Э76Ф текущего производства.

При проведении исследования анализировали влияние следующих технологических параметров на содержание общего кислорода в рельсовом прокате:

- содержание углерода в стали перед выпуском из печи;
- содержание кремния в стали в первой пробе на агрегате «ковш-печь» (АКП);
- расход коксовой мелочи при раскислении стали на выпуске;
- основность шлака при обработке на АКП;
- расход силикомарганца при раскислении стали на выпуске;
- продолжительность продувки инертным газом при обработке на АКП;
- продолжительность обработки стали на вакууматоре.

Проведенным анализом установлено значимое влияние на содержание общего кислорода в металле длительности продувки металла на установке «ковш-печь». По полученным данным при увеличении длительности продувки стали на АКП наблюдается снижение концентрации общего кислорода в металле (рис. 2).

Полученная зависимость объясняется следующим образом. При продувке стали в ковше инертными газами происходит перенос неметаллических включений в жидкий шлак газовыми пузырями с последующей ассимиляцией включений шлаком. Известно, что процесс переноса включений пузырьками газа обусловлен общим свойством не смачиваемых жидкостью твердых частиц прилипать к находящимся в жидкости пузырькам газа – флотацией.

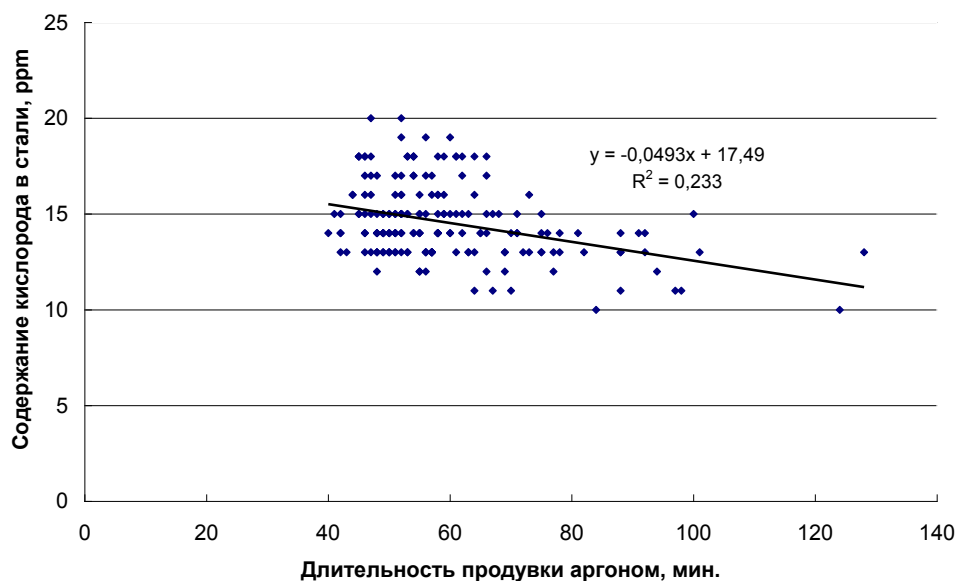


Рис. 2. Влияние длительности продувки аргоном при внепечной обработке стали на содержание кислорода в рельсах

Таким образом, снижение содержания общего кислорода в стали при увеличении длительности продувки на АКП достигается за счет снижения содержания кислорода, связанного в неметаллические включения (хрупко-разрушенные оксиды).

Для анализа изменения технико-экономических показателей производства стали при использовании новой технологии внепечной обработки проведена серия из 15 опытных плавов, на которых продолжительность продувки составляла не менее 100 мин. В качестве базы для сравнительного анализа использованы 19 плавов текущего производства, произведенных в этот же период.

По полученным данным увеличение средней длительности продувки металла на агрегате «ковш-печь» с 63 до 122 мин. привело к увеличению удельного расхода электроэнергии на АКП в среднем на 27,3 кВт×ч/т. Удельный расход аргона увеличился на 0,32 м³/т. При этом содержание общего кислорода и кислорода, связанного в хрупко-разрушенные неметаллические включения, в рельсах, полученных из стали опытных плавов, ниже на 2 ppm по сравнению с рельсами от плавов текущего производства. Длина строчек неметаллических включений на рельсах, полученных из стали опытных плавов, ниже на 0,004 мм.

Также был проведен анализ влияния новой технологии с увеличенной длительностью продувки инертным газом на АКП на механические свойства рельсов после прокатки (до закалки). В результате установлено, что рельсы, полученные из стали опытных плавов, имеют лучшие показатели по сравнению с рельсами, полученными от плавов текущего производства (более высокие значения таких показателей, как предел прочности, предел текучести, относительное сужение, относительное удлинение, твердость).

Таким образом, установлено, что использование новой технологии внепечной обработки стали с увеличенной длительностью продувки инертным газом на АКП позволяет снизить концентрацию кислорода, связанного в хрупкоразрушенные оксидные неметаллические включения, в рельсах до уровня в соответствии с требованиями стандартов и при этом повысить механические свойства рельсов после прокатки. Однако при этом повышается себестоимость производства стали за счет увеличения расхода аргона и электроэнергии.

Список литературы

1. *Дерябин А. А.* Исследование эффективности процессов раскисления, модифицирования и микролегирования рельсовой стали / А. А. Дерябин, А. В. Добужская // Сталь. 2000. № 11. С. 38–43.
2. *Дерябин А. А.* Повышение требований к качеству железнодорожных рельсов в новом национальном стандарте / А. А. Дерябин, В. А. Рабовский, Е. А. Шур // Сталь. 2000. № 11. С. 82–85.
3. *Линчевский Б. В.* Влияние раскисления кордовой стали на природу оксидных неметаллических включений / Б. В. Линчевский, С. Н. Вартпатрикова, В. Я. Дашевский, В. И. Кашин, Н. Н. Макарова // Известия вузов. Черная металлургия. 2002. № 5. С. 14–18.